



TITLE:

醤油醸造における大豆の分解による機能性発現と大豆アレルギーの除去(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

眞岸, 範浩

CITATION:

眞岸, 範浩. 醤油醸造における大豆の分解による機能性発現と大豆アレルギーの除去. 京都大学, 2016, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2016-11-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r13065>

RIGHT:

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	眞岸範浩
論文題目	醤油醸造における大豆の分解による機能性発現と大豆アレルギーの除去		
(論文内容の要旨)			
<p>醤油の主原料の一つである大豆の細胞壁に含まれる多糖類は、醤油醸造中に麴菌の酵素による分解を受け可溶化するが、その一部は完全には分解されず、高分子のまま醤油中に約1 %残存する。これを「醤油多糖類（SPS：Shoyu polysaccharides）」と総称する。SPSは抗アレルギー活性や免疫調節作用を有する。また、大豆は食物アレルギーを引き起こす代表的なアレルギーであるが、醤油中には主要な大豆アレルギーは検出されないことが報告されている。しかし、その分解機構について醤油醸造中での詳細な解析は行われていなかった。本論文は、醤油醸造における大豆に着目し、SPSの抗アレルギー活性を示す構造的な特徴と鉄吸収促進効果および中性脂肪上昇抑制効果、さらに醤油醸造工程での大豆アレルギーの分解除去について検討した結果をまとめたものであり、4章よりなっている。</p> <p>第1章では、SPSの陰イオン交換クロマトグラフィーによる分画および遠心ろ過ユニットによる分子量分画を行い、SPSはウロン酸を含む酸性多糖類であり、30～50 kDaの分画物で抗アレルギー活性がもっとも高いことを示した。さらに、SPSは各種ペクチン類と比較して、構成糖としてキシロースを多く含有し、キシロース／ガラクトuron酸の重量比が0.3以上と非常に高く、pH 2でも溶解性を維持しており、各種ペクチン類とは性質が大きく異なっていた。これらの結果から、大豆の細胞壁に含まれる多糖類の主鎖や側鎖が醤油醸造中に麴菌の酵素により限定分解を受けることにより、SPSは適度な分子量とキシロースを多く含有する構造をもつことで機能性を発現することを示唆した。</p> <p>第2章では、SPSの鉄吸収促進効果について検討した。平衡透析法によりSPSの鉄キレート能を評価し、SPSは鉄キレート体を形成することで鉄分が吸収される小腸上部と同じ中性のpH域でも溶解状態を保つことを示した。次に、ラットを用いた動物試験を行い、貧血回復時と貧血誘導時とともに、鉄剤のみの摂取に比べ、SPSと鉄剤をともに摂取した場合には、肝臓の貯蔵鉄が有意に高まった。さらに、健常な女性被験者を対象に疑似食品（プラセボ）を対照とする二重盲検比較試験（プラセボ群：N = 23，SPS群：N = 22）を実施し、SPSを600 mg/日、8週間摂取したSPS群は群間比較で血清鉄がプラセボ群より有意（$p < 0.05$）に増加した。これらの結果より、SPSは中性のpH域での鉄</p>			

溶解性を安定化させ、鉄吸収を促進することを示唆した。

第3章では、SPSの中性脂肪（以下TG）上昇抑制効果を検討した。SPSはIC₅₀値が1 mg/mLのリパーゼ阻害活性を有していた。高脂肪食を摂取させたラットおよびマウスを用いた動物試験において、高脂肪食のみを摂取させた場合に比べ、SPSを高脂肪食とともに摂取させると、血中TG値の上昇が有意に抑制された。また、ラットを用いた門脈カテーテル留置法において、SPSは脂質の消化吸収を抑制した。さらに、メタボリック症候群の男性を対象とした二重盲検比較試験（プラセボ群：N = 16, SPS群：N = 13）では、4週間のSPS長期摂取（600 mg/日）により、摂取前に比べ血中TGが有意（ $p < 0.05$ ）に低下した。次に、空腹時のTG値が150 mg/dL未満の健常男性を対象とした二重盲検比較試験（プラセボ群：N = 5, SPS群：N = 5）では、15日間のSPS事前摂取（600 mg/日）により、高脂肪食摂取直後の血中TG値の上昇が有意（ $p < 0.05$ ）に抑制された。

以上の結果より、SPSは脂質の消化吸収を抑制することでTGの上昇を抑制することを明らかにし、さらに事前摂取においても効果を発揮したことから、脂質代謝にも何らかの作用を及ぼしTGを低下させることを示唆した。

第4章では、ウサギ由来大豆タンパク質特異的抗体と大豆アレルギー患者の血清を用いたウェスタンブロット解析により、醤油醸造中での大豆アレルゲンの分解除去について検討した。その結果、大豆アレルゲンは諸味中では完全には分解されず、生醤油中に残存した。さらに、仕込後6ヶ月目の諸味では、生醤油中に可溶化して残存する大豆アレルゲンは熱処理によって火入れおりとして不溶化し、その後のろ過処理により完全に火入れ醤油中から除去された。また、市販されている生醤油製品の中には大豆アレルゲンを含む製品があり、2種類の大豆アレルゲンが検出された。検出された大豆アレルゲンは、分子サイズから、これまでに報告されている主要大豆アレルゲンであるβ-コングリシニンのα-サブユニットではなく、α-サブユニットと高い相同性をもつβ-サブユニット、およびゴマやピーナッツのアレルゲンとして報告されているオイルボディーの外層に存在する疎水性タンパク質であるオレオシンと推定した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

醤油の主原料の一つである大豆の細胞壁に含まれる多糖類は醤油醸造中に完全には分解されず、1%程度が高分子のまま醤油中に残存する。これを醤油多糖類 (SPS : Shoyu polysaccharides) と総称し、その抗アレルギー活性を示す構造的な特徴と鉄吸収促進効果および中性脂肪上昇抑制効果、さらに大豆アレルゲンの分解除去について検討した。成果として評価すべき点は次のとおりである。

1. SPSは、大豆の細胞壁由来の多糖類の主鎖や側鎖が醤油醸造中に麹菌の酵素により限定分解を受けることにより、適度な分子量とキシロースを多く含有する構造をもつことで機能性を発現することを明らかにした。

2. *In vitro*および*in vivo*の試験により、SPSは溶解状態を安定化させ、肝臓の貯蔵鉄を有意に増加させることを示した。さらに、健常な女性を対象に二重盲検比較試験 (N = 45) を実施し、8週間のSPS摂取 (600 mg/日) により血清鉄がプラセボ群より有意に増加し、SPSの鉄吸収促進効果を実証した。

3. *In vitro*および*in vivo*の試験により、SPSはリパーゼ阻害活性を有し、脂質の消化吸収を抑制することで血中中性脂肪 (以下TG) の上昇を抑制することを示した。さらに、メタボリック症候群の男性を対象とした二重盲検比較試験 (N = 29) で4週間のSPS摂取 (600 mg/日) により摂取前に比べ血中TGが有意に低下し、健常男性を対象とした二重盲検比較試験 (N = 10) では15日間のSPS事前摂取 (600 mg/日) により高脂肪食摂取直後の血中TG値の上昇が有意に抑制され、SPSの中性脂肪上昇抑制効果を実証した。

4. 大豆タンパク質特異的抗体と大豆アレルギー患者の血清を用いたウエスタンブロット解析により、醤油醸造中での大豆アレルゲンの分解除去について検討し、大豆アレルゲンが諸味中では完全には分解されず生醤油中に残存すること、さらに熱処理により火入れおりとして不溶化し、その後のろ過により完全に除去されることを示した。

以上のように本論文は、醤油に含まれる大豆由来の多糖類の構造的な特徴と新たな機能性を明らかにし、さらに醤油醸造中に大豆アレルゲンが除去される機構を明らかにしたものであり、食品加工学、食品機能学および農産製造学の発展に寄与するところ大きい。

よって、本論文は博士 (農学) の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成28年9月21日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士 (農学) の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)